



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 **Offenlegungsschrift**  
10 **DE 197 56 918 A 1**

51 Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**H 04 L 29/08**  
H 04 L 12/403

21 Aktenzeichen: 197 56 918.8  
22 Anmeldetag: 19. 12. 97  
43 Offenlegungstag: 7. 1. 99

DE 197 56 918 A 1

30 Unionspriorität:  
9-168610 25. 06. 97 JP  
71 Anmelder:  
Mitsubishi Denki K.K., Tokio/Tokyo, JP  
74 Vertreter:  
HOFFMANN · EITLE, 81925 München

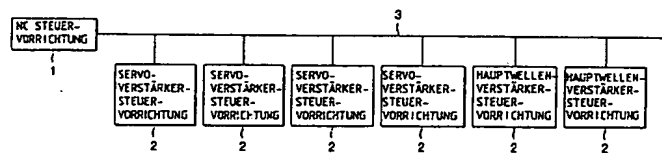
72 Erfinder:  
Mito, Junichi, Tokio/Tokyo, JP

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Kommunikations-Steuervorrichtung

57 In einer Kommunikations-Steuervorrichtung, in der die Master-Station einen Stapelübertragungsrahmen zu einer Vielzahl von Slave-Stationen überträgt, und individuelle Antwortrahmen von den entsprechenden Slave-Stationen zu der Master-Station übertragen werden, überträgt die Master-Station vorher den Stapelübertragungsrahmen, der die Übertragungsanweisungsbezeichnung für die Slave-Stationen enthält. Wenn jede dieser Slave-Stationen der Master-Station antwortet, übertragen die Master-Stationen nacheinander und kontinuierlich die Antwortrahmen zu der Master-Station, basierend auf der Übertragungsanweisungsbezeichnung, die von der Master-Station jedesmal übertragen worden ist, wenn die Antwortrahmenübertragung durch die Slave-Station vor der eigenen Slave-Station ausgeführt worden ist.



DE 197 56 918 A 1

## Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Kommunikations-Steuervorrichtung zur Verbindung einer Vielzahl von Slave-Stationen mit einer Master-Station über ein Kommunikationsnetzwerk, um von Daten zwischen der Master-Station und der Vielzahl von Slave-Stationen zu übertragen, in dem die Vielzahl von Slave-Stationen mittels einer Servoverstärker-Steuervorrichtung zur Steuerung eines Servomotors und eines Hauptwellenmotors und mittels einer Hauptwellenverstärker-Steuervorrichtung ausgestaltet sind, wohingegen die Master-Station mittels einer numerischen Steuervorrichtung ausgestaltet ist.

In der herkömmlichen Kommunikations-Steuervorrichtung wurde das folgende Kommunikations-Steuerverfahren eingeführt. Darin wird für eine Vielzahl von Slave-Stationen eine einzelne Master-Station zur Verfügung gestellt. Um eine Vielzahl von Slave-Stationen mit der einzelnen Master-Station zu synchronisieren, wird der Stapelübertragungsrahmen (batch transmission frame) in dem Stapelverarbeitungsmodus (Batch-Verarbeitungsmodus) von der Master-Station zu der Vielzahl von Slave-Stationen übertragen, und dann können die Slave-Stationen, die diesen Stapelübertragungsrahmen empfangen, mit der Master-Station synchronisiert werden.

In anderen Worten wird die Steuerzeitgabe der entsprechenden Servoverstärker (servo-amplifiers) mit der Steuerzeitgabe des Hauptwellenverstärkers (Main-Shaft-Verstärkers) in Antwort auf den Kommunikations-Startcode des Stapelübertragungsrahmen synchronisiert, der von der Master-Station übertragen worden ist. Basierend auf dem synchronisierten Referenzzeitgeber starten die Slave-Stationen die Übertragung zu der Hauptstation bei unterschiedlichen Zeitpunkten (timing) unter Berücksichtigung der ID-Nummer der entsprechenden Slave-Stationen.

Solch eine herkömmliche Kommunikations-Steuervorrichtung ist z. B. in der veröffentlichten japanischen Patentanmeldung Nr. 4-293338, die 1992 veröffentlicht wurde, beschrieben.

In der oben beschriebenen herkömmlichen Kommunikations-Steuervorrichtung können keine genauen Zeitgabensteuerungen ausgeführt werden, wobei aber notwendigerweise sehr lange Zeitperioden dafür erforderlich sind, daß die Master-Stationen die Rahmen empfängt, die von allen diesen Slave-Stationen übertragen werden. Der Grund dafür, daß solche sehr genauen Zeitgabensteuerungen nicht realisiert werden konnten, ist der folgende: Bei Erfassung des von der Master-Station gesendeten Stapelübertragungsrahmens setzt jede dieser Slave-Stationen den Zeitgaben-Synchronisationszähler, der in der eigenen Slave-Stationen verwendet wird, zurück. Wenn der Zählwert dieses zeitgabensynthetisierenden Zählers einen gewissen definierten Wert erreicht (die definierten Werte sind für die entsprechenden Slave-Stationen unterschiedlich), erzeugt die Slave-Station das Übertragungs-Einleitungssignal, das verwendet wird, um den Rahmen zu der Master-Station zu übertragen. Wenn die sehr genaue Übertragungs-Einleitungszeitgabe bestimmt wird, vergrößert sich das Ausmaß der Vergleicherschaltung zum Vergleichen der definierten Werte und der Zählwerte der Zeitgaben-Synchronisationszähler. Folglich ergibt sich ein Problem dergestalt, daß die Schaltungsansätze der Slave-Stationen vergrößert werden. Diese Lösung kann in der Praxis nicht akzeptiert werden.

Die vorliegende Erfindung wurde gemacht, um das oben beschriebene Problem zu lösen, und deshalb ist es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Kommunikations-Steuervorrichtung anzugeben, die in der Lage ist, eine Leerlaufzeit zu verkürzen, während der jede der Slave-Stationen

keine Übertragung zu einer Hauptstation ausführt, um eine maximale Übertragungseffizienz innerhalb einer begrenzten Bandbreite eines Netzwerks zu erreichen, das verwendet wird, um die Master-Station mit einer Vielzahl von Slave-Stationen zu verbinden, basierend auf der Erkenntnis, daß je kürzer die Antwortzeit von der Vielzahl von Slave-Stationen zu der Master-Station wird, desto besser kann die Kommunikationssteuerung realisiert werden.

In einer Kommunikations-Steuervorrichtung gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung, in der ein Stapelübertragungsrahmen in einem Batchmodus (Stapelmodus) von einer Master-Station zu einer Vielzahl von Slave-Stationen übertragen wird und individuelle Antwortrahmen von den entsprechenden Slave-Stationen zu der Master-Station übertragen werden, werden, wenn vorher ein Stapelübertragungsrahmen von der Master-Station übertragen worden ist, der eine Übertragungsanweisungsbezeichnung enthält, und die entsprechenden Slave-Stationen der Master-Station auch antworten, Antwortrahmen aufeinanderfolgend in einer kontinuierlichen Art und Weise, basierend auf der Übertragungsanweisungsbezeichnung (transmission order designation) übertragen, die von der Master-Station jedesmal, wenn die Übertragung des Antwortrahmens durch die Slave-Station vor der eigenen Slave-Station beendet ist, übertragen wird.

Ebenso wird gemäß der Kommunikations-Steuervorrichtung der vorliegenden Erfindung die Antwortrahmenübertragung von der Slave-Station zu der Master-Station zu einer bestimmten Zeitgabe, basierend auf innerhalb der Slave-Stationen angeordneten Referenzzählern, geschaltet, wobei die Zeitgabenphasen davon mit einer Zeitgabenphase der Master-Station in Übereinstimmung gebracht werden, und ebenso eine Stationsnummer einer vorbestimmten Slave-Station.

Ebenso führt gemäß der Kommunikations-Steuervorrichtung der vorliegenden Erfindung die Master-Station vorher eine Erkennung aus, welche Slave-Station mit einem Netzwerk verbunden ist, indem eine Initialisierungs-Kommunikation ausgeführt wird.

Ebenso führt gemäß der Kommunikations-Steuervorrichtung der vorliegenden Erfindung, wenn die Übertragung von den Slave-Stationen zu der Master-Station ausgeführt wird, die Master-Station die Übertragungsanweisungsbezeichnung (transmission order designation) in solcher Art und Weise aus, daß bestätigt wird, ob ein Abschluß, der ein Hinweis auf ein endgültiges Ende von einer Daisy-Chain-Verbindung ist, mit welcher Slave-Station verbunden ist, basierend auf dem Übertragungsrahmen, der mittels der Slave-Station übertragen worden ist, und die Übertragung wird von solch einer Slave-Station begonnen, die mit dem endgültigen Ende verbunden ist, das von der Hauptstation durch die weiteste Distanz getrennt ist.

Ebenso verkürzt gemäß der Kommunikations-Steuervorrichtung der vorliegenden Erfindung während der Verwendung einer Kürzung der Übertragungszeit von einer Vielzahl von Slave-Stationen zu der Master-Station, die Master-Station ein Intervall zur Erzeugung eines Interrupt-Signals Unterbrechungssignals) für einen Mikrocomputer zur Ausführung eines Datenverarbeitungsbetriebs in der Master-Station, um eine Reihe von Kommunikationszyklen zwischen der Master-Station und der Vielzahl von Slave-Stationen zu verkürzen.

Ebenso beginnt gemäß der Kommunikations-Steuervorrichtung der vorliegenden Erfindung eine Übertragungs-Startzeitgabe von einer solchen Slave-Station, die als erstes eine Rahmenübertragung zu der Master-Station ausführt, in einer vorbestimmten Offset-Zeit, basierend auf einem Zeitgaben-Synchronisationszähler, der mit dem Stapelübertra-

gungsrahmen von der Master-Station zu der Vielzahl von Slave-Stationen synchronisiert ist.

Des weiteren beginnt gemäß der Kommunikations-Steuervorrichtung der vorliegenden Erfindung eine Übertragungs-Startzeitgabe von solch einer Slave-Station, die als erstes eine Rahmenübertragung zu der Master-Station ausführt, in einer vorbestimmten Offset-Zeit, die mittels Daten bestimmt wird, die in einer Übertragungsanweisungsbezeichnung von der Master-Station zu den Slave-Stationen enthalten ist, basierend auf einem Zeitgaben-Synchronisationszähler, der mit dem Stapelübertragungsrahmen von der Master-Station zu der Vielzahl von Slave-Stationen synchronisiert ist.

Die obige Aufgabe und andere Aufgaben und Merkmale der vorliegenden Erfindung gehen aus der folgenden Beschreibung in Verbindung mit den begleitenden Figuren hervor.

#### Kurze Beschreibung der Figuren

Fig. 1 ist ein Systemaufbau-Diagramm einer Kommunikations-Steuervorrichtung zur Darstellung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 2A und 2B sind Diagramme zur Erläuterung und Darstellung eines Kommunikations-Steuersystems;

Fig. 3 ist ein Aufbaudiagramm zur Darstellung einer Übertragungs/Empfangsschaltung einer Master-Station;

Fig. 4 ist ein schematisches Aufbaudiagramm zur Darstellung einer Übertragungs/Empfangsschaltung zwischen der Master-Station und einer Vielzahl von Slave-Stationen;

Fig. 5 ist ein Aufbaudiagramm zur Darstellung einer Übertragungs/Empfangsschaltung von jeder der Slave-Stationen;

Fig. 6 ist ein Aufbaudiagramm zur Darstellung von Übertragungsanweisungsbezeichnungsdaten;

Fig. 7 ist ein Betriebsflußdiagramm zur Darstellung eines Hochgeschwindigkeitszyklus-Initialisierungsmodus und eines Hochgeschwindigkeitszyklus-Ausführungsmodus; und

Fig. 8 ist ein Diagramm zur Erläuterung und Darstellung von den Aufbauten eines Übertragungsrahmens und ebenso eines Rückrahmens (return frame) in einem Kommunikations-Initialisierungszyklus und in einem normalen Kommunikationszyklus.

Im folgenden wird eine bevorzugte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung mit Verweis auf die begleitenden Figuren beschrieben.

Fig. 1 zeigt ein Systemaufbaudiagramm einer Kommunikations-Steuervorrichtung gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Fig. 2 ist ein Erklärungsdiagramm zur Erläuterung eines Kommunikations-Steuersystems dieser Kommunikations-Steuervorrichtung. In Fig. 1 bezeichnet die Bezugsziffer 1 eine Master-Station, die eine Steuervorrichtung für numerische Werte (NO) umfaßt; die Bezugsziffer 2 bezeichnet eine Vielzahl von Slave-Stationen, die durch eine Vielzahl von Servoverstärker-Steuervorrichtungen und einer Vielzahl von Hauptwellen-Verstärker-Steuervorrichtungen ausgebildet sind, und die Bezugsziffer 3 bezeichnet ein Kommunikationsnetzwerk zur Verbindung der Master-Station 1 mit der Vielzahl von Slave-Stationen 2.

Zur Beschreibung des Kommunikations-Steuersystems geben die Fig. 2A und 2B Zeitgaben (Zeiten) an, zu denen tatsächlich Übertragungen (Kommunikation) von der Master-Station zu den Slave-Stationen und ebenso von den Slave-Stationen zu der Master-Station ausgeführt werden, und geben des weiteren einen strukturellen Inhalt der entsprechenden Kommunikationsrahmen (Übertragungsrahmen) an. Fig. 2A stellt einen Kommunikations-Initialisierungsmodus dar und Fig. 2B stellt einen Hochgeschwindig-

keitszyklus-Ausführungsmodus dar. In der Figur ist die Bezugsziffer 4 ein Stapelübertragungsrahmen, der von der Master-Station 1 zu allen Slave-Stationen 2 übertragen wird. Dieser Stapelübertragungsrahmen 4 enthält einen Kommunikations-Startcode 40, erste bis sechste Wellenbefehlsdaten (shaft command data) 46, Zeitsteuerungs-Phasendaten 47, Fehlerkontrolldaten 48 und einen Kommunikations-Endcode 49, in dieser Reihenfolge von vorne (Kopf). Die Bezugsziffer 5 bezeichnet einen einzelnen (individuellen) Antwortrahmen, der von jeder der Slave-Stationen zu der Master-Station 1 während des Kommunikations-Initialisierungsmodus übertragen worden ist. Dieser einzelne Antwortrahmen 5 enthält einen Kommunikations-Startcode 50, eine erste Wellenrückmeldung 51, Zeitsteuerungs-Phasendaten 52, eine Fehlerkontrolle 53 und einen Kommunikations-Endcode 54, in dieser Reihenfolge von vorne. In einem solchen Fall, daß einzelne Antwortrahmen von anderen Slave-Stationen als von dieser Slave-Station übertragen worden sind, werden die Rahmen von dem ersten Rahmen bis zu dem zweiten Rahmen zu der zweiten Wellenrückmeldung bis sechsten Wellenrückmeldung. Die Bezugsziffer 6 ist ein einzelner Antwortrahmen, der von jeder der Slave-Stationen 2 zu der Master-Station 1 in dem Hochgeschwindigkeitszyklus-Ausführungsmodus übertragen wird, und wird ein erster Rückrahmen 61 bis sechster Rückrahmen 66, in dieser Reihenfolge von vorne. Die Bezugsziffer 7 zeigt eine Kommunikationsrahmen-Abstandszeit, die ein Intervall zwischen den entsprechenden Rückrahmen (Rückkehrrahmen) angibt und durch eine Verzögerungsschaltung 510 von jeder der Slave-Stationen 2 eingestellt wird.

In dem oben beschriebenen Kommunikations-Initialisierungsmodus wird ähnlich dem herkömmlichen Kommunikations-Steuersystem die Kommunikation begonnen, und dann sammelt die Master-Station 1 Informationen zur Angabe, welche Slave-Station 2 mit der Master-Station 1 verbunden ist, basierend auf den ID-Daten, die in dem Antwortrahmen 5 enthalten sind, der von jeder der Slave-Stationen 2 zu der Master-Station 1 übertragen worden ist.

Als nächstes überträgt die Master-Station 1 solch einen Übertragungsrahmen, der eine Datentabelle enthält, die verwendet wird, um die Übertragungsanweisung (transmission order) von den entsprechenden Slave-Stationen in dem Stapelübertragungsrahmen 4 zu bestimmen. Bei Empfang dieses Übertragungsrahmens stellen die entsprechenden Slave-Stationen 2 solch einen Zustand ein, daß nach einem Empfang eines Rahmens, der ID-Informationen der Slave-Station 2 enthält, der vor der Rahmenübertragung der eigenen Station übertragen worden ist, die eigene Station ihre Rahmenübertragung beginnt.

In dem oben beschriebenen Hochgeschwindigkeitszyklus-Ausführungsmodus wird die Rahmenkommunikation, die von den entsprechenden Slave-Stationen 2 gesendet wird, ohne Unterbrechungen ausgeführt, so daß die Zeit, die benötigt wird, um die Antwortrahmen von der Vielzahl von Slave-Stationen zu der Master-Station zu übertragen, verkürzt wird. In diesem Fall kann die Übertragungsstartzeitgabe von der Slave-Station 2, die zuerst mit der Übertragung zu der Master-Station 1 beginnt, gleich einer vorbestimmten Zeitgabe sein oder solch ein Verfahren, das durch die Daten bestimmt wird, die in dem Rahmen zur Bestimmung der oben beschriebenen Übertragungssequenz enthalten sind. Auf jeden Fall wird die Rahmenübertragung zu einer Zeitgabe begonnen, die basierend auf dem Zeitgaben-Synchronisationszähler definiert ist, der mittels des Stapelübertragungsrahmens, der von der Master-Station 1 gesendet wird, zurückgesetzt wird.

Wenn der oberste (Kopf) Übertragungsrahmen (erster Rückrahmen) von der ersten Slave-Station 2 zu der Master-

Station 1 übertragen worden ist, beginnen andere Slave-Stationen 2 nacheinander mit den Rahmenübertragungen, da die Rahmenübertragungen durch die vorhergehenden Slave-Stationen ausgeführt worden sind. Folglich kann die Gesamt-Kommunikations-Antwortzeit, die von der Vielzahl von Slave-Stationen zu der Master-Station 1 benötigt wird, verkürzt werden.

In diesem Fall kann, da die Master-Station 1 die Zeit voraussagen kann, die benötigt wird, um alle Antwortrahmen 6 von der Vielzahl von Slave-Stationen 2 zu übertragen, der Kommunikationszyklus zwischen der Master-Station 1 und den Slave-Stationen 2 so eingestellt werden, daß dieser kürzer wird.

Als ein Mittel zur Verkürzung des Kommunikationszyklus wird das Intervall zur Erzeugung des Interrupt-Signals, das für einen Mikrocomputer verwendet wird, der in der Master-Station 1 angewendet wird, verkürzt wird, um die Daten mittels des Mikrocomputers, der in der Master-Station 1 verwendet wird, zu verarbeiten. Jedoch stellt tatsächlich der Mikrocomputer, der in der Master-Station zur Verfügung gestellt ist, die Interruptperiode dergestalt ein, daß das Intervall zur Erzeugung des Interrupt-Signals innerhalb eines Bereichs verkürzt wird, in dem eine Datenverarbeitung mittels des in der Master-Station verwendeten Mikrocomputers möglich ist, unter Berücksichtigung des Faktors der Kommunikationszeit.

Ebenso ist, da die maximale Stationsanzahl der Slave-Stationen, die mit einem einzelnen Netzwerk verbunden sind, nicht nur durch die Bandbreite des Netzwerks begrenzt ist, sondern auch durch die Empfangspuffer-Kapazität, die in der Master-Station zur Verfügung gestellt ist, und verwendet wird, um die Daten, die von den Slave-Stationen übertragen worden sind, zu speichern, die maximale Stationsanzahl für das ursprüngliche System bestimmt. Folglich kann als solch ein Modus, daß die Slave-Stationen mit einem einzelnen Netzwerk verbunden sind, solch ein Fall vorhergesagt werden, daß die Reihenfolge der IDs verändert ist, und eine Gesamtstationsanzahl von den Slave-Stationen kleiner als die maximale Stationsanzahl ist. Da die maximale Stationsanzahl der Slave-Stationen bestimmt ist, kann der Software-Verarbeitungsbetrieb, der in der Master-Station ausgeführt wird, um den Empfangspuffer zum empfangen einer Vielzahl von Rahmen, die von den Slave-Stationen gesendet worden sind, abzufragen (zu scannen), einfach gemacht werden.

Fig. 3 ist ein Aufbaudiagramm zur Darstellung einer Übertragungs/Empfangsschaltung der Master-Station gemäß der Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. In dieser Figur bezeichnet die Bezugsziffer 301 eine Empfangssignal-Demodulationsschaltung; die Bezugsziffer 302 bezeichnet ein Empfangsschieberegister; die Bezugsziffer 303 bezeichnet einen Steuerwellen-Rückmeldungsdaten-Speicherbereich; die Bezugsziffer 304 bezeichnet ein Zeitsteuerungs-Phasendaten-Speicherregister zur Speicherung von Zeitsteuerungs-Phasendaten, die von der Slave-Station 2 gesendet worden sind; und die Bezugsziffer 305 bezeichnet ein Fehlerkontrollcode-Speicherregister zur Speicherung eines Fehlerkontrollcodes von einem Empfangsrahmen. Ebenso bezeichnet die Bezugsziffer 306 einen Master-Referenzzeitgabenzähler zum Zählen von Referenzzeitgäben von der Master-Station 1; die Bezugsziffer 307 bezeichnet einen Zeitsteuerungs-Phasendaten-Vergleicher zum Vergleichen der Zeitsteuerungs-Phasen von dem Zeitsteuerungs-Phasendaten-Speicherregister 304 mit den Zeitsteuerungs-Phasen von dem Master-Referenzzeitgabenzähler 306; und die Bezugsziffer 308 bezeichnet ein Empfangsstatusregister. Die Bezugsziffer 309 ist ein Master-Stations-Interruptsignal-Erzeugungszeitgabeneinstellregister zum Ein-

stellen der Erzeugungszeitgabe von dem Interrupt-Signal betreffend den Mikrocomputer, der in der Master-Station verwendet wird, basierend auf der Zeitsteuerungs-Phase, die von dem Master-Referenzzeitgabenzähler 306 gesendet worden ist; die Bezugsziffer 310 bezeichnet ein Zeitsteuerungs-Phasendaten-Speicherregister, das verwendet wird, wenn die Zeitsteuerungs-Phasendaten zu der Slave-Station übertragen werden; die Bezugsziffer 311 bezeichnet ein Slave-Übertragungssequenz-Bestimmungsregister zur Speicherung einer Slave-Übertragungssequenz, die von der Master-Station zu allen Slave-Stationen übertragen worden ist; die Bezugsziffer 312 bezeichnet ein Kommunikations-Startcode-Einstellregister zum Einstellen von verschiedenen Arten von Kommunikations-Startcodes, die von der Master-Station zu den Slave-Stationen übertragen werden; die Bezugsziffer 313 bezeichnet ein Übertragungszeitgabeneinstellregister zur Einstellung der Übertragungszeitgaben zu der Slave-Station; die Bezugsziffer 314 bezeichnet einen Steuerwellen-Befehlsdaten-Speicherabschnitt, der verwendet wird; wenn die Steuerwellen-Befehlsdaten zu der Slave-Station übertragen werden; und die Bezugsziffer 315 bezeichnet eine Steuerwellen-Befehlsdaten-Auswahlvorrichtung zum wahlweisen Umschalten der Daten von diesem Steuerwellen-Befehlsdaten-Speicherabschnitt 314. Ebenso bezeichnet die Bezugsziffer 316 eine Fehlerkontrollcode-Erzeugungsschaltung zur Erzeugung eines Fehlerkontrollcodes während des Übertragungsbetriebs; die Bezugsziffer 317 bezeichnet eine Übertragungsdaten-Schalteneinrichtung zum Umschalten der Übertragungsdaten von dem zeitsteuerungs-Phasendaten-Speicherregister 310, dem Slave-Übertragungsfolge-Bestimmungsregister 311, dem Kommunikations-Startcode-Einstellregister 312, der Steuerwellen-Befehlsdaten-Auswahlvorrichtung 315, und der Fehlerkontrollcode-Erzeugungsschaltung 316; und die Bezugsziffer 318 bezeichnet ein Übertragungs-Schieberegister und des weiteren bezeichnet die Bezugsziffer 319 eine Übertragungssignal-Modulationsschaltung zur Modulation des Übertragungssignals, das von dem Übertragungsschieberegister 318 abgeleitet wird.

Fig. 4 zeigt schematisch einen Aufbau von Übertragungs/Empfangsschaltungen zwischen der Master-Station und der Vielzahl von Slave-Stationen gemäß der Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. In dieser Figur bezeichnet die Bezugsziffer 401 eine Slave-Kommunikations-Steuerschaltung, die in der Slave-Station 2 angeordnet ist, die Bezugsziffer 402 bezeichnet eine Übertragungs-Treibereinrichtung der Slave-Station 2, die Bezugsziffer 403 bezeichnet einen Empfangsempfänger von der Slave-Station 2, die Bezugsziffer 404 bezeichnet ein Daisy-Chain-Verbindungsnetzwerk zur Verbindung der Master-Station zu der Vielzahl von Slave-Stationen 2, und die Bezugsziffer 405 ist ein Abschluß, der als Abschlußschaltung des Daisy-Chain-Verbindungsnetzwerks 404 dient.

Da die entsprechenden Slave-Stationen 2 mit dem gleichen Daisy-Chain-Verbindungsnetzwerk verbunden sind, kann jede dieser Slave-Stationen 2 den Rahmen von der Master-Station 1 empfangen und ebenso die Rahmen von den anderen Slave-Stationen 2. Da der Kommunikations-Initialisierungsmodus verwendet wird, wird jede der Slave-Stationen durch die Übertragungsanweisungsbezeichnungsdaten bestimmt, die von der Master-Station in Antwort auf eine Anweisung dergestalt gesendet werden, daß die eigene Slave-Station bei einer vorbestimmten Übertragungsanweisung übertragen soll. Die letzte Slave-Station in dem Daisy-Chain-Verbindungsnetzwerk kann mittels Verwendung eines Erfassungssignals von dem Abschluß 405 erkennen, daß die eigene Station der letzten Station entspricht, und überträgt der Master-Station eine Nachricht dergestalt, daß die

eigene Station mit dem Abschluß verbunden ist. Die Master-Station gibt zuerst eine Anweisung, daß die Übertragung zu der Master-Station in Antwort auf die Übertragungsanweisungsbezeichnungsdaten begonnen wird. In diesem Fall kann jede der Slave-Stationen die Übertragungsanweisung erkennen, bei der die eigene Slave-Station übertragen soll, und ebenso solch eine Slave-Station, die genau vor der eigenen Slave-Station übertragen wird. Diese Slave-Station, die unmittelbar vor der eigenen Station überträgt, wird im folgenden als eine "Slave-Station niedrigeren Grades" bezeichnet.

Fig. 5 ist ein Aufbaudiagramm zur Darstellung einer Übertragungs/Empfangsschaltung der Slave-Station gemäß der Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. In dieser Figur bezeichnet die Bezugsziffer 501 eine Empfangs-Modulationsschaltung zur Demodulation eines Übertragungssignals, das von der Master-Station oder einer anderen Slave-Station übertragen worden ist; die Bezugsziffer 502 bezeichnet ein Empfangsschieberegister zum Empfang des Signals, das von dieser Empfangs-Modulationsschaltung 501 ausgegeben wird; die Bezugsziffer 503 bezeichnet eine Master-Kommunikationsstartcode-Erfassungsschaltung zur Erfassung eines Kommunikationsstarts von der Master-Station; die Bezugsziffer 504 ist eine Master-Kommunikationsendcode-Erfassungsschaltung zur Erfassung eines Kommunikationsendes, das von der Master-Station abstammt; die Bezugsziffer 506 bezeichnet eine Niedergrad-Slave-Kommunikations-Erfassungsschaltung zur Erfassung eines Kommunikationsendes von der niedergradigeren Slave; und die Bezugsziffer 507 bezeichnet eine Empfangsschaltung zum Empfangen der Kommunikationsdaten, die von der Master-Station abstammen; die Bezugsziffer 508 bezeichnet einen Empfangspuffer zur Speicherung der Daten, die mittels dieser Empfangsschaltung 507 empfangen werden; und die Bezugsziffer 509 bezeichnet eine Übertragungsanweisungseinstellschaltung zur Einstellung einer Übertragungsanweisung von einer eigenen Station mittels Empfang der Übertragungsanweisungsbezeichnungsdaten, die von der Master-Station gesendet worden sind. Ebenso bezeichnet die Bezugsziffer 510 eine Verzögerungsschaltung zur Erzeugung eines Verzögerungssignals, das mittels des Empfangs eines Übertragungs-Einleitungssignals von der Niedergrad-Slave-Kommunikationsende-Erfassungsschaltung 506 definiert wird und dann mittels Beginn der Übertragung von der eigenen Station. Die Kommunikationsrahmen-Abstandszeit 7, die in der Fig. 2B dargestellt ist, wird mittels dieser Verzögerungsschaltung 510 eingestellt. Die Bezugsziffer 511 bezeichnet eine Übertragungsschaltung zur Ausführung einer Übertragung bei einem Empfang des Verzögerungssignals von der Verzögerungsschaltung 510, und die Bezugsziffer 512 bezeichnet eine Übertragungs-Modulationsschaltung zur Modulation des Übertragungssignals, das von dieser Übertragungsschaltung 511 gesendet worden ist. In diesem Fall zeigt die niedergradige Slave-Station an, daß die Übertragungsanweisung zu der Master-Station gleich der vorhergehenden Slave-Station ist. Ein Mittel zur Erkennung des Kommunikationsendes von der vorhergehenden (eins vorhergehend) Slave-Station entspricht der Niedergrad-Slave-Kommunikations-Erfassungsschaltung 505 und der Niedergrad-Slave-Kommunikationsende-Erfassungsschaltung 506.

Fig. 6 ist ein Aufbaudiagramm zur Darstellung der Übertragungsanweisungsbezeichnungsdaten die verwendet werden, um die Übertragungsanweisung (z. B. Reihenfolge) für die Vielzahl von Slave-Stationen von der Master-Station zu bestimmen. Diese Übertragungsanweisungsbezeichnungsdaten werden von der Master-Station in dem Hochgeschwindigkeitszyklus-Initialisierungsmodus von der Master-Station zu allen Slave-Stationen gesendet.

Fig. 7 ist ein Betriebsflußdiagramm zur Darstellung des Hochgeschwindigkeitszyklus-Initialisierungsmodus und des Hochgeschwindigkeitszyklus-Ausführungsmodus der Kommunikations-Steuervorrichtung der vorliegenden Erfindung. Bei Schritt S1 werden Informationen, die die Hochgeschwindigkeitszyklus-Initialisierungsmodus-Bezeichnung und die oberen (Kopf) Slave-Übertragungszeitgaben-Bezeichnungsdaten (slave top (head) transmission timing designation data) enthalten, als ein Stapelübertragungsrahmen von der Master-Station zu der Vielzahl von Slave-Stationen übertragen. Bei einem Empfang von diesem Stapelübertragungsrahmen können die Zeitsteuerungs-Phasen der Slave-Stationen synchronisiert werden. Da die ID-Erkennung der Slave-Station bei diesem Schritt S1 noch nicht beendet ist, ist die Übertragungsanweisungsbezeichnung noch nicht beendet. Bei einem Schritt S2 empfängt jede der Slave-Stationen den Stapelübertragungsrahmen, der von der Master-Station gesendet worden ist, um zu erkennen, daß der gegenwärtige Modus der Hochgeschwindigkeitszyklus-Initialisierungsmodus ist, und überträgt dann bei einer Zeitgabe den Antwortrahmen, der die ID-Information der eigenen Station enthält, die durch eine voreingestellte Stationszahl vorbestimmt ist. Bei einem Schritt S3 sind in der Master-Station alle Antwortrahmen, die von der Vielzahl von Slave-Stationen übertragen worden sind, in dem Empfangsspeicherabschnitt empfangen worden, der auf der Seite von der Master-Station zur Verfügung gestellt ist, um die IDs der Slave-Stationen zu erkennen. Bei einem Schritt S4 überträgt die Master-Station als einen Stapelübertragungsrahmen solche Informationen, die die Hochgeschwindigkeitszyklus-Initialisierungsmodus-Bezeichnung enthalten, die obersten Slave-Übertragungszeitgaben-Bestimmungsdaten und die Übertragungsanweisungsbezeichnung von den entsprechenden Slave-Stationen zu einer Vielzahl von Slave-Stationen. Bei diesem Schritt S4 werden die formalen Übertragungsanweisungsbezeichnungsdaten übertragen. Bei einem Schritt S5 empfängt jede der Slave-Stationen den Stapelübertragungsrahmen, der von der Master-Station übertragen worden ist, um zu erkennen, daß der gegenwärtige Modus der Hochgeschwindigkeitszyklus-Initialisierungsmodus ist, und überträgt den Antwortrahmen, der die ID-Information der eigenen Station und die Übertragungsanweisungsbezeichnungsdaten der eigenen Station enthält, zu der Master-Station bei einer Zeitgabe, die durch eine voreingestellte Stationszahl vorbestimmt ist. Bei einem Schritt S6 erkennt die Master-Station, daß die Übertragungsanweisung unter normalen Umständen mittels der von allen Slave-Stationen gesendeten Rückkehrrahmen bestimmt werden kann und ändert den Betriebsmodus in den Interrupt-Einstellbetrieb des Hochgeschwindigkeitszyklus-Ausführungsmodus. Bei einem Schritt S7 wird der Betriebsstatus in einen Zustand dergestalt gebracht, daß periodisch auf den Interrupt des Hochgeschwindigkeitszyklus-Ausführungsmodus gewartet wird. Wenn der periodische Interrupt von dem Hochgeschwindigkeitszyklus-Ausführungsmodus bei einem Schritt S8 empfangen worden ist, überträgt die Master-Station bei einem Schritt S9 einen Stapelübertragungsrahmen zur Bestimmung des Hochgeschwindigkeitszyklus-Ausführungsmodus als einen Kommunikationsstartcode für die Vielzahl von Slave-Stationen. Bei einem Schritt S10 führt, wenn die mit der vorhergehenden Zahl bezeichnete Slave-Station (niedergradigere) die Rahmenübertragung, basierend auf der Übertragungsanweisungsbezeichnung, die mittels der Master-Station bestimmt worden ist, beginnt, die Slave-Station aufeinanderfolgend die Rahmenübertragungen bei Zeitgaben aus, nachdem diese Rahmenübertragung ausgeführt worden ist. Schließlich können die gesamten Übertragungen durch die Vielzahl von Slave-Stationen in-

nerhalb einer Startzeitperiode ausgeführt werden.

Fig. 8 ist ein Diagramm zur Erklärung des Aufbaus der Übertragungsrahmen und Rückkehrrahmen in dem Kommunikations-Initialisierungszyklus und dem normalen Kommunikationszyklus der Kommunikations-Steuervorrichtung gemäß dieser Ausführungsform. In Fig. 8 stellt ein oberer Abschnitt einen Aufbau von einem Übertragungsrahmen, der von der Master-Station zu der Vielzahl von Slave-Stationen übertragen worden ist, dar, und ein unterer Abschnitt stellt einen Aufbau von einem Rückkehrrahmen, der von jeder der Slave-Stationen zu der Master-Station gesendet worden ist, dar.

In dieser Figur entspricht ein erster Übertragungsrahmen 81 des Kommunikations-Initialisierungszyklus dem Zustand, der bei dem Schritt S1 definiert ist, und enthält den Übertragungsstartcode, die Hochgeschwindigkeitszyklus-Initialisierung, die oberen Slave-Übertragungszeitgaben-Bestimmungsdaten und den Übertragungsendcode. Dieser erste Übertragungsrahmen 81 wird von der Master-Station zu der Vielzahl von Slave-Stationen übertragen. Zu diesem Zeitpunkt sind eine Slave-Stationzahl-Bezeichnung und eine Übertragungsanweisungsbezeichnung unbeschrieben. Die Slave-Station, die zuerst die Übertragung zu der Master-Station in Antwort auf die oben beschriebenen oberen Slave-Übertragungszeitgabenbezeichnungsdaten beginnt, bestimmt die Übertragungsstartzeitgabe. In anderen Worten verzögert diese Slave-Station die Übertragungszeitgabe nur durch die Offsetdaten, die in diesem Fall basierend auf dem Zähler bestimmt sind, der synchron mit dem Stapelübertragungsrahmen, der von der Master-Station gesendet wird, betrieben wird.

Im folgenden entspricht ein Rückkehrrahmen 82, der von jeder der Slave-Stationen zu der Master-Station zurückgesendet worden ist, der Bedingung, die bei dem Schritt S2 definiert worden ist, und enthält einen Übertragungsstartcode, eine Hochgeschwindigkeitszyklus-Bestätigung, die ID-Zahl (Nummer) und den Status der Slave-Station, die Rückkehrübertragungszahl der eigenen Station (undefiniert) und den Übertragungsendcode. Der Status der oben beschriebenen Slave-Station zeigt solch eine Slave-Station, die mit dem Abschluß der Daisy-Chain in Bezug zu der Master-Station verbunden ist.

Dann bestätigt die Master-Station die ID-Nummern von allen angeschlossenen Slave-Stationen und überträgt danach einen Übertragungsrahmen 83, der dergestalt geändert worden ist, daß er die Übertragungsanweisungsbezeichnung von allen Slave-Stationen enthält. Zu diesem Zeitpunkt sind die Slave-Stationennummer und die Übertragungsfolge bestimmt, was der Bedingung des Schritts S4 entspricht.

Dann wird von jeder der Slave-Stationen ein Rückkehrrahmen 84, der eine Rückgabe von einer definierten Übertragungszahl enthält, mittels einer eigenen Station übertragen. Diese Bedingung entspricht dem Zustand von dem Schritt S5. Die Master-Station bestätigt, daß die Übertragungsanweisung von allen Slave-Stationen definiert werden kann. Dieser Zustand entspricht der Bedingung, die bei den Schritten S6 und S7 definiert worden ist.

Wenn der oben beschriebene Initialisierungsmodus zu dem Ausführungsmodus fortgeschritten ist, entspricht ein erster Übertragungsrahmen 85 in dem normalen Kommunikationszyklus der Bedingung von dem Schritt S9. Dieser erste Übertragungsrahmen 85 enthält den Übertragungsstartcode, die Hochgeschwindigkeitszyklus-Ausführung, die oberen Slave-Übertragungszeitgabenbezeichnungsdaten, die Slave-Stationennummer-Bezeichnung, die Steuerbefehlsdaten für die entsprechenden Slave-Stationen und den Übertragungsendcode. Dieser erste Übertragungsrahmen 85 wird als der Stapelübertragungsrahmen von der Master-Station

zu der Vielzahl von Slave-Stationen übertragen.

Als nächstes wird ein Rückkehrrahmen 86, der von jeder der Slave-Stationen zu der Master-Station, als ein Rückkehrrahmen zurückgesendet wird, der Slave-Stationen-Rückmeldedaten enthält, übertragen.

Da die vorliegende Erfindung in der oben beschriebenen Art und Weise angeordnet ist, können die im folgenden angegebenen Vorteile erzielt werden.

Die Master-Station überträgt den Stapelübertragungsrahmen, der die Übertragungsanweisungsbezeichnung der entsprechenden Slave-Stationen enthält, und jede der Slave-Stationen, die diesen Stapelübertragungsrahmen empfängt, kann nacheinander und kontinuierlich den Übertragungsrahmen zu der Master-Station, wenn die Antwortrahmenübertragung der bezüglich der eigenen Station vorhergehenden Station beendet ist, jedesmal übertragen. Folglich kann die Leerlaufzeit, während der keine Übertragung ausgeführt wird, verkürzt werden.

Ebenso kann die Gesamtkommunikations-Antwortzeit von einer Vielzahl von Slave-Stationen zu der Master-Station verkürzt werden.

Da die Master-Station die Zeit vorhersagen kann, die benötigt wird, um alle Antwortrahmen von der Vielzahl von Slave-Stationen zu übertragen, ist es möglich, eine Einstellung dergestalt vorzunehmen, daß der Kommunikationszyklus zwischen der Master-Station und der Vielzahl von Slave-Stationen reduziert werden kann.

Ebenso wird, um den Kommunikationszyklus zu reduzieren, das Zeitintervall zur Erzeugung des Interruptsignals für den Mikrocomputer verkürzt, der in der Master-Station verwendet wird, so daß die Daten mittels des Mikrocomputers, der in der Master-Station verwendet wird, innerhalb der kurzen Zeit verarbeitet werden können.

Ebenso wird die Interruptperiode, basierend auf dem Datenverarbeitungsvermögen des Mikrocomputers, der in der Master-Station zur Verfügung gestellt ist, dergestalt eingestellt, daß das Zeitintervall zur Erzeugung des Interruptsignals innerhalb des Bereichs verkürzt werden kann, indem Daten verarbeitbar sind. Folglich kann das Datenverarbeitungsvermögen des Mikrocomputers sicher realisiert werden.

Die vorhergehende Beschreibung einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wurde zur Erläuterung und Darstellung ausgeführt. Es war nicht beabsichtigt, zu ausführlich zu sein oder die Erfindung auf die exakte offenbarte Ausführungsform zu beschränken. Modifikationen und Veränderungen sind in dem Lichte der obigen Lehre möglich oder können durch die Umsetzung der Erfindung erworben werden. Die Ausführungsform wurde ausgewählt und beschrieben, um das Prinzip der Erfindung und dessen praktische Anwendung zu beschreiben und um es einem Fachmann zu ermöglichen, die Erfindung in verschiedensten Ausführungsformen und mit verschiedensten Modifikationen, die für die besondere zu betrachtende Verwendung geeignet sind, zu verwenden. Der Umfang der Erfindung wird durch die beigefügten Ansprüche und deren Äquivalente definiert.

#### Patentansprüche

1. Kommunikations-Steuervorrichtung, in der ein Stapelübertragungsrahmen in einem Stapelmodus von einer Master-Station zu einer Vielzahl von Slave-Stationen übertragen wird, und einzelne Antwortrahmen von den entsprechenden Slave-Stationen zu der Master-Station übertragen werden, worin:  
wenn ein Stapelübertragungsrahmen, der eine Übertragungsanweisungsbezeichnung der Slave-Stationen von

der Master-Station enthält, früher übertragen worden ist, und die entsprechenden Slave-Stationen der Master-Station auch antworten, Antwortrahmen nacheinander in kontinuierlicher Art und Weise zu der Master-Station, basierend auf der Übertragungsanweisungsbezeichnung übertragen werden, die von der Master-Station übertragen wird, jedesmal wenn die Übertragung des Antwortrahmens durch die Slave-Station vor der eigenen Slave-Station beendet ist.

2. Kommunikations-Steuervorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Antwortrahmenübertragung von der Slave-Station zu der Master-Station zu einer bestimmten Zeitgabe, basierend auf Referenzzählern umgeschaltet wird, die innerhalb der Slave-Stationen angeordnet sind, wobei die Zeitsteuerungsphasen davon mit einer Zeitsteuerungsphase von der Master-Station in Übereinstimmung gebracht worden sind, und ebenso eine Stationszahl von einer vorbestimmten Slave-Station.

3. Kommunikations-Steuervorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Master-Station vorher eine Erkennung ausführt, welche Slave-Station mit einem Netzwerk verbunden ist, indem eine Initialisierungs-Kommunikation ausgeführt wird.

4. Kommunikations-Steuervorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß, wenn die Übertragung von den Slave-Stationen zu der Master-Station ausgeführt wird, die Master-Station die Übertragungsanweisungsbezeichnung dergestalt ausführt, daß bestätigt wird, ob ein Abschluß, der ein endgültiges Ende einer Daisy-Chain-Verbindung anzeigt, mit welcher die Slave-Station verbunden ist, basierend auf dem Übertragungsrahmen, der durch die Slave-Station übertragen worden ist, und die Übertragung mittels solch einer Slave-Station begonnen wird, die mit dem von der Master-Station durch die größte Entfernung getrennten endgültigen Ende verbunden ist.

5. Kommunikations-Steuervorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß während der Verwendung einer Verkürzung der Übertragungszeit von einer Vielzahl von Slave-Stationen zu der Master-Station, die Master-Station ein Intervall zur Erzeugung eines Interrupt-Signals zu einem Mikrocomputer zur Ausführung eines Datenverarbeitungsbetriebs in der Master-Station verkürzt, um eine Reihe von Kommunikationszyklen zwischen der Master-Station und der Vielzahl von Slave-Stationen zu verkürzen.

6. Kommunikations-Steuervorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß eine Übertragungsstartzeitgabe von einer Slave-Station, die zuerst eine Rahmenübertragung zu der Master-Station ausführt, in einer vorbestimmten Offsetzeit begonnen wird, basierend auf einem Zeitgaben-Synchronisationszähler, der mit dem Stapelübertragungsrahmen von der Master-Station zu der Vielzahl von Slave-Stationen synchronisiert ist.

7. Kommunikations-Steuervorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß eine Übertragungsstartzeitgabe von einer solchen Slave-Station, die zuerst eine Rahmenübertragung zu der Master-Station ausführt, in einer vorbestimmten Offsetzeit begonnen wird, die mittels Daten bestimmt wird, die in einer Übertragungsanweisungsbezeichnung von der Master-Station zu den Slave-Stationen enthalten sind, basierend auf einem Zeitgaben-Synchronisationszähler, der mit dem Stapelübertragungsrahmen von der Master-Station zu der Vielzahl von Slave-Stationen synchroni-

siert ist.

---

Hierzu 8 Seite(n) Zeichnungen

---

- Leerseite -



FIG. 1

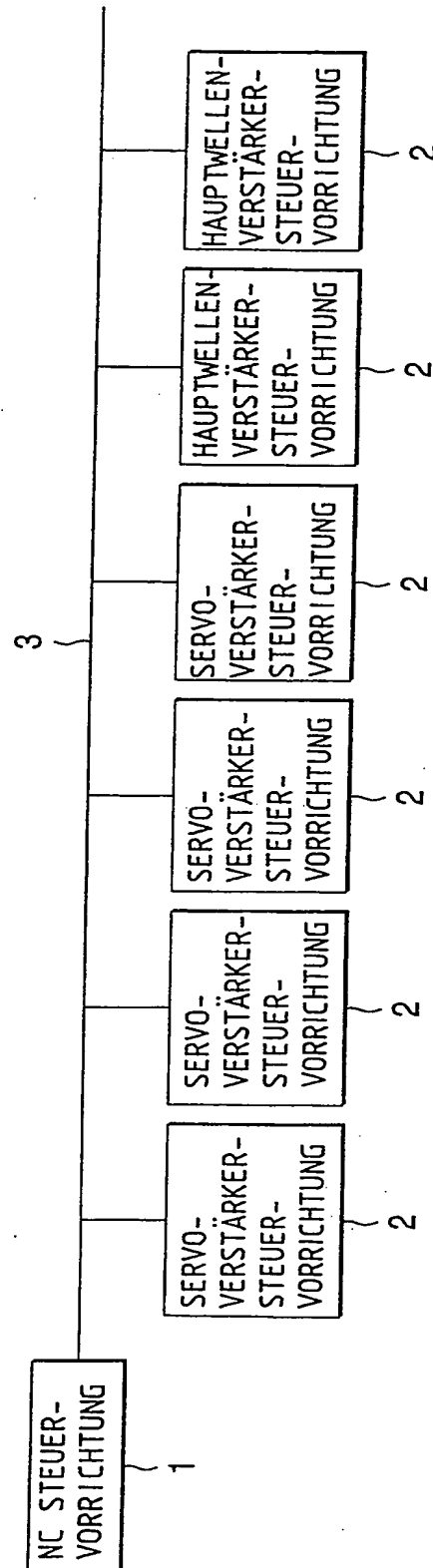


FIG. 2A

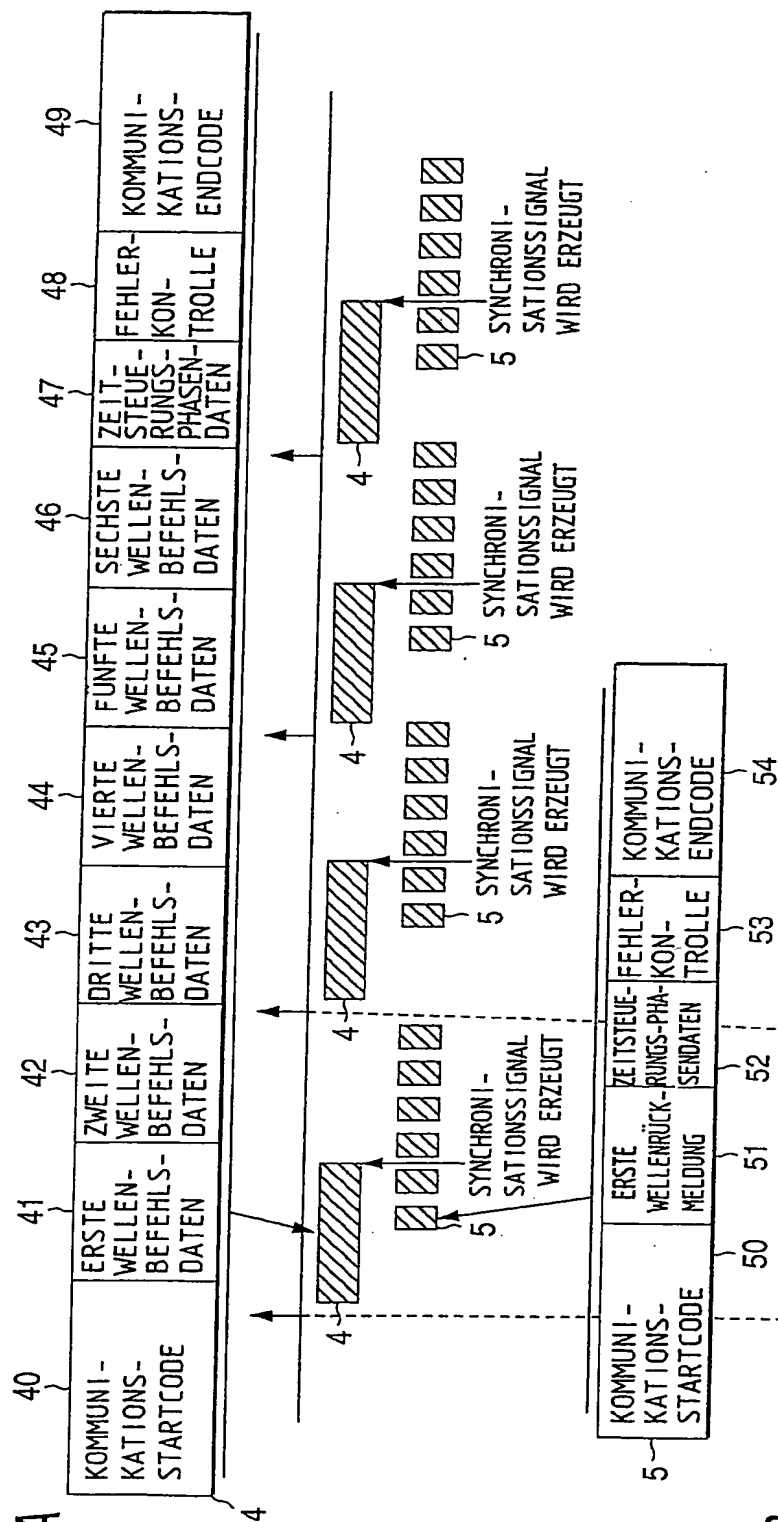


FIG. 2B

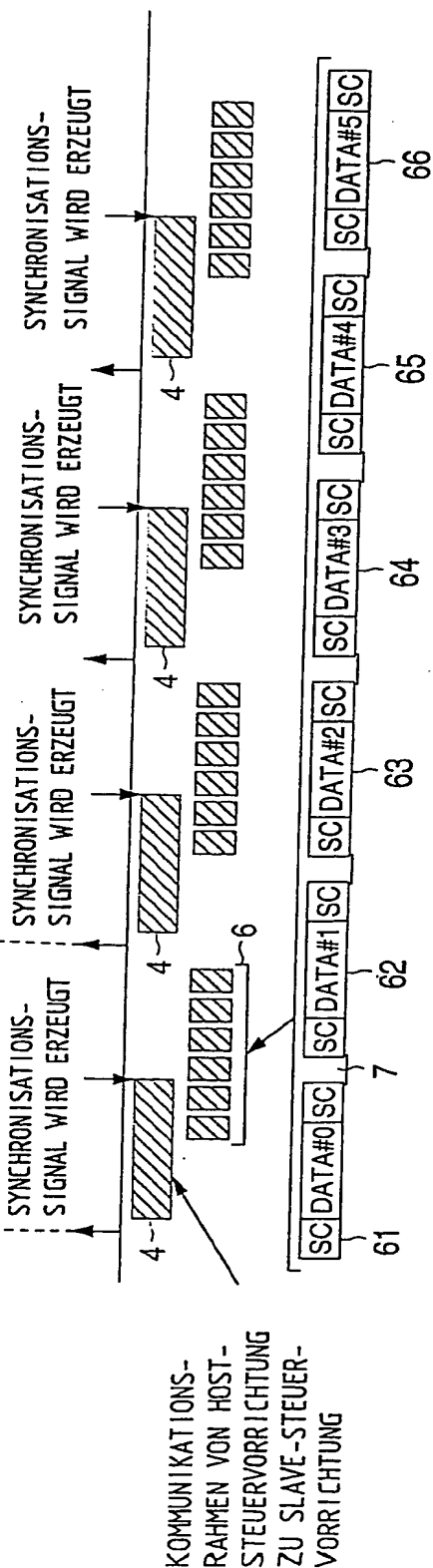


FIG. 3

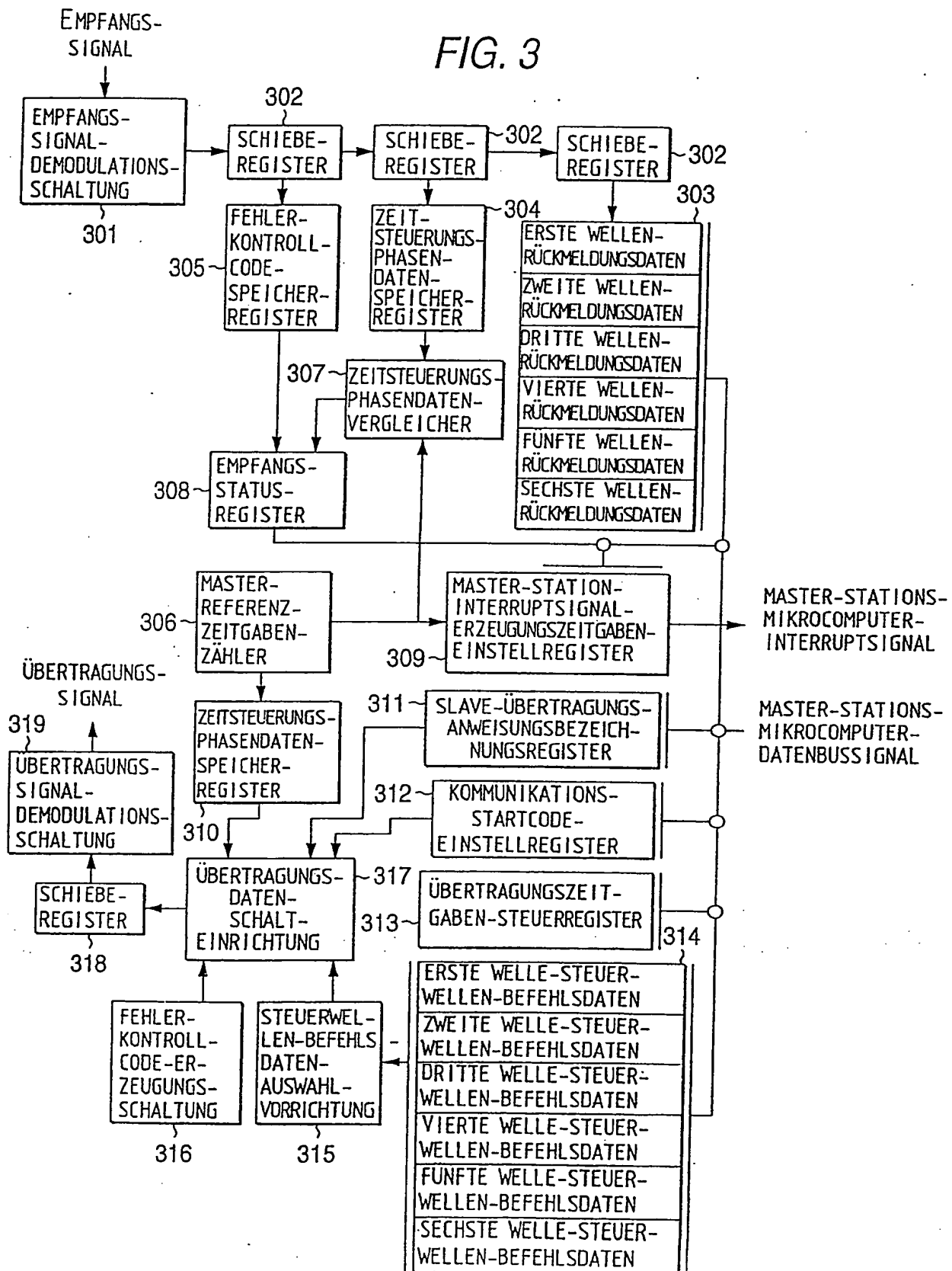


FIG. 4

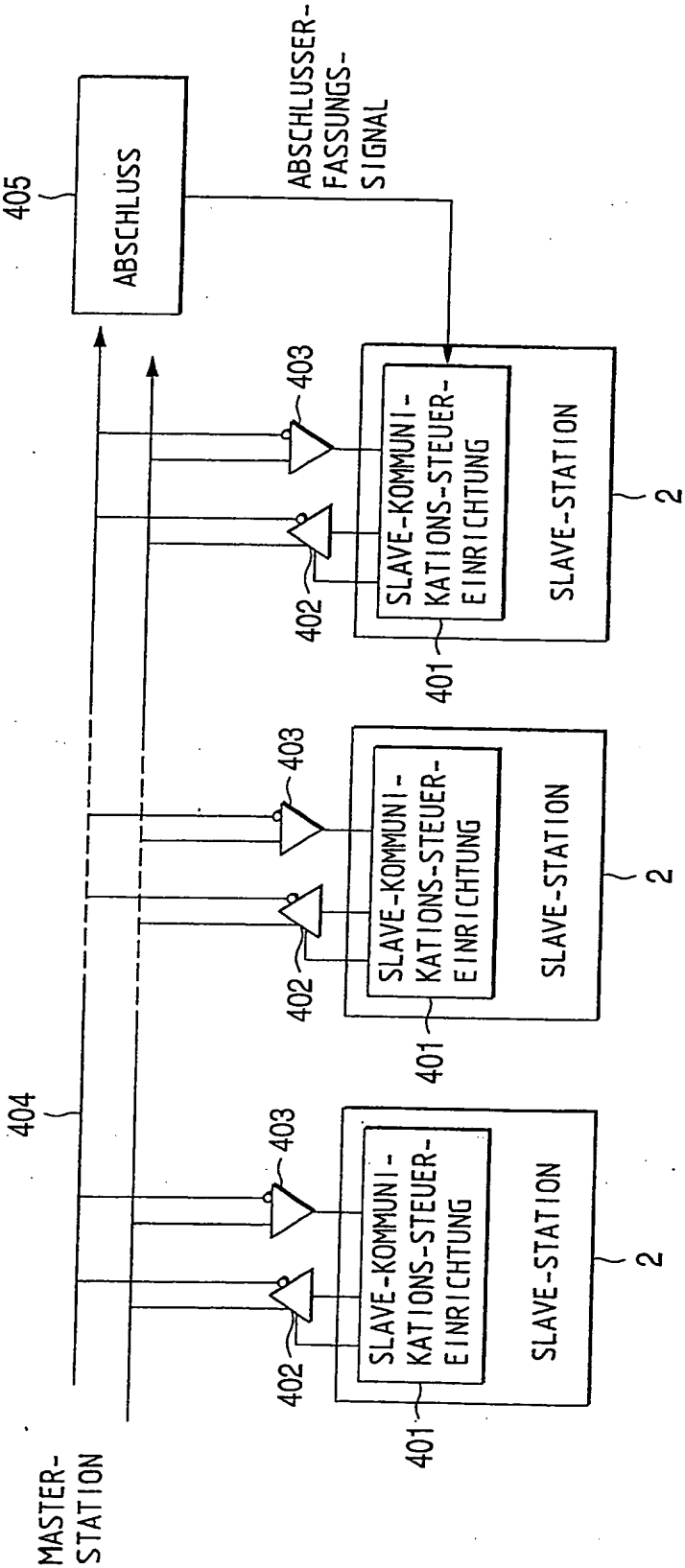


FIG. 5

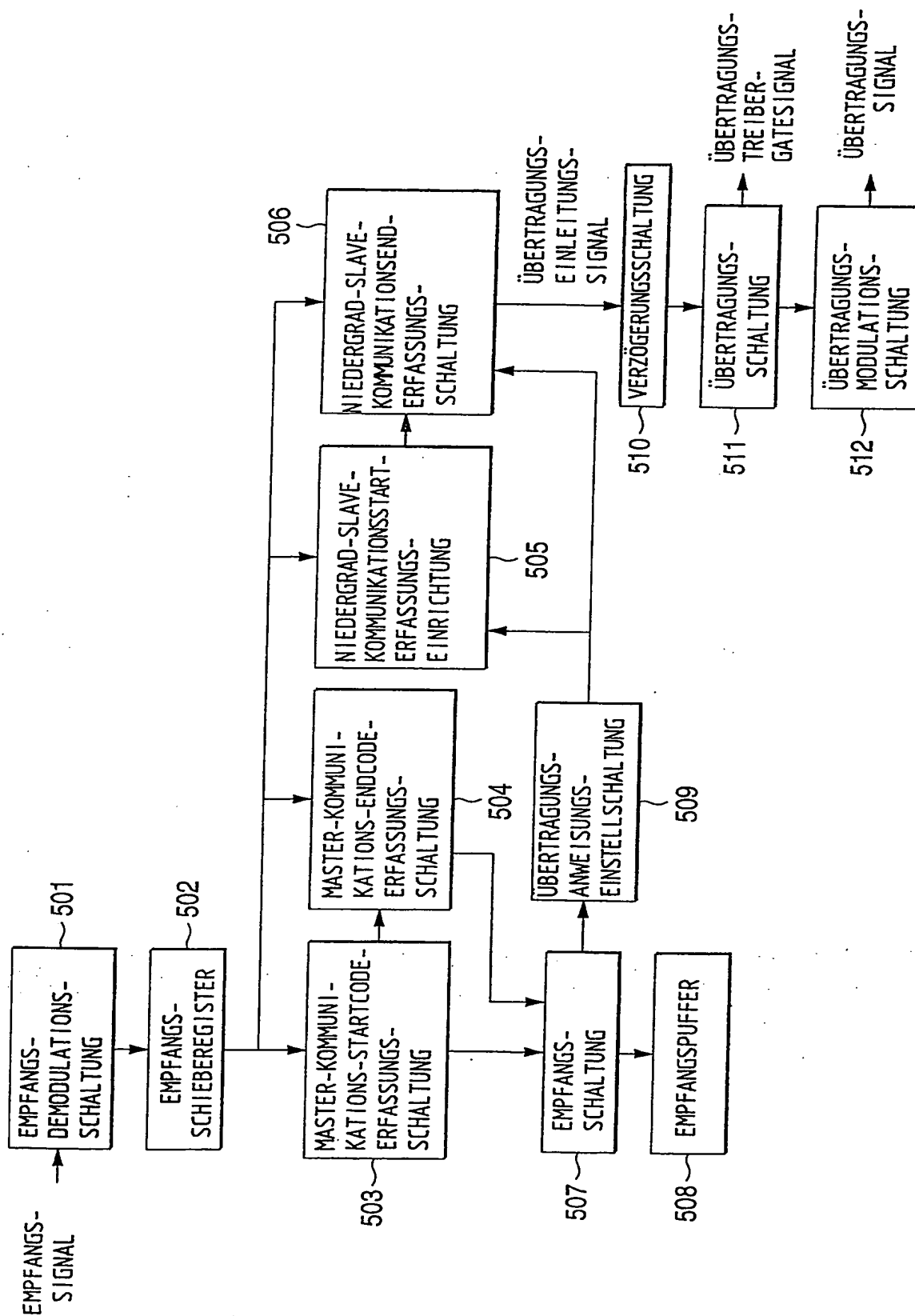


FIG. 6

SLAVE-VORRICHTUNGS- STATIONSZAHL	ÜBERTRAGUNGS- ANWEISUNGSBESTIMMUNG
01	03
02	04
03 **	01
05	05
04	02
06	06

\*\* : SLAVE-STATION, DEREN ABSCHLUSS ERFASST  
WORDEN IST UND DEREN ÜBERTRAGUNGS-  
ANWEISUNG ALS ERSTES EINGESTELLT IST.

FIG. 7

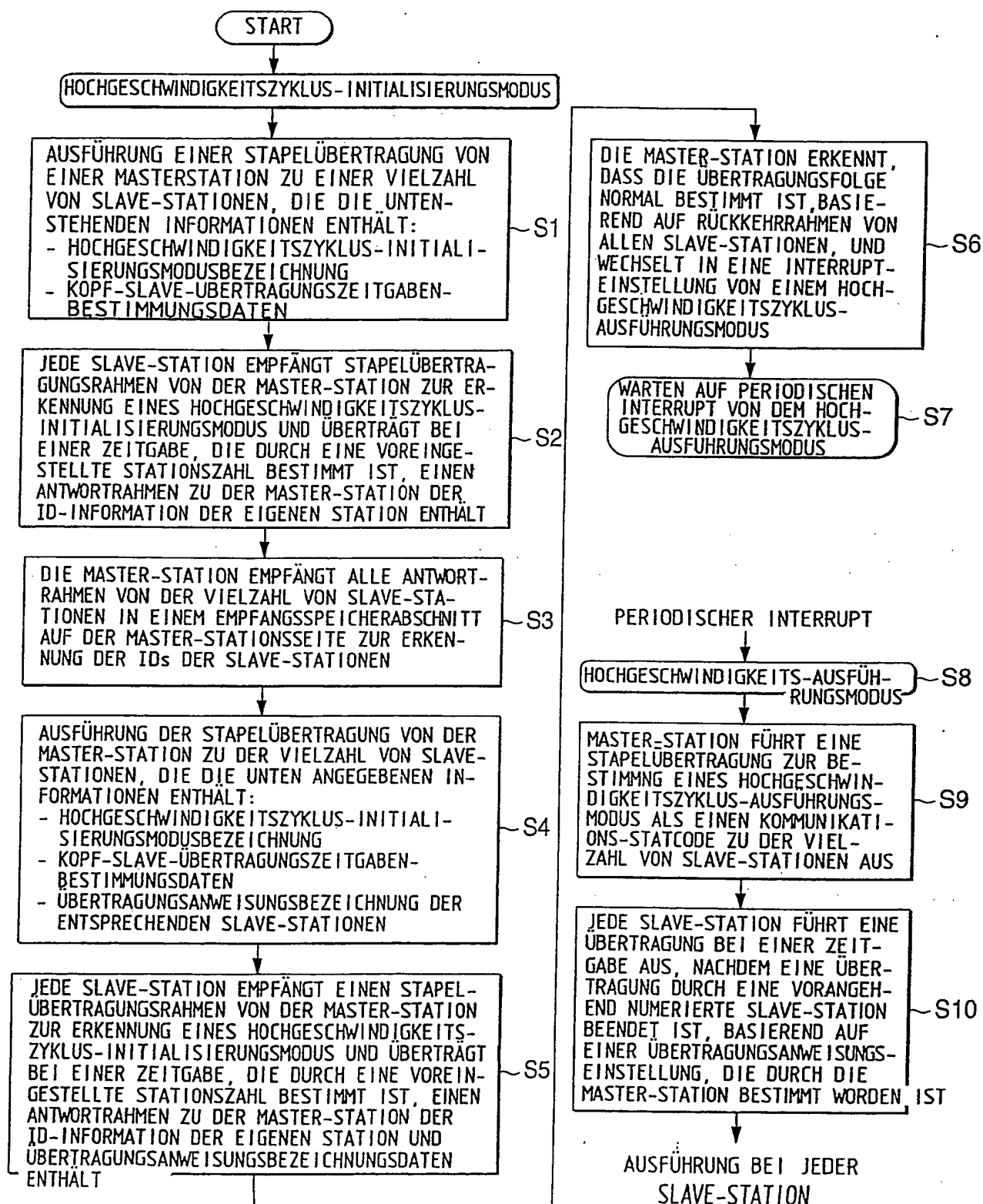
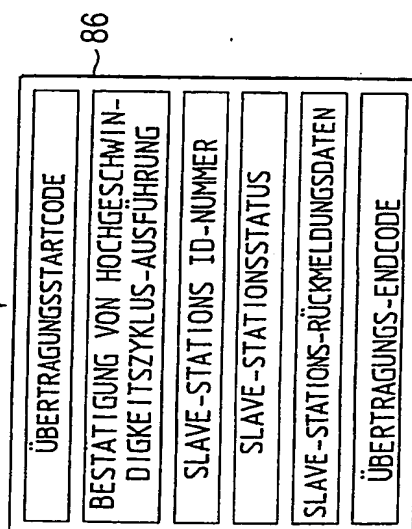
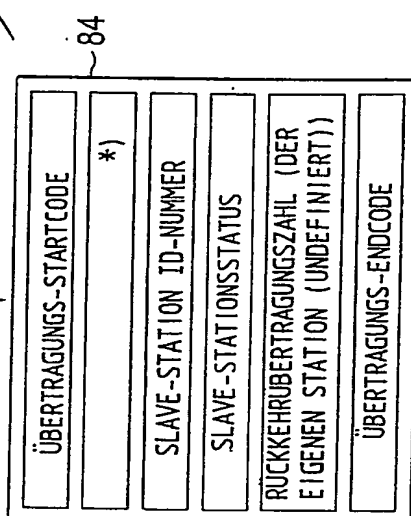
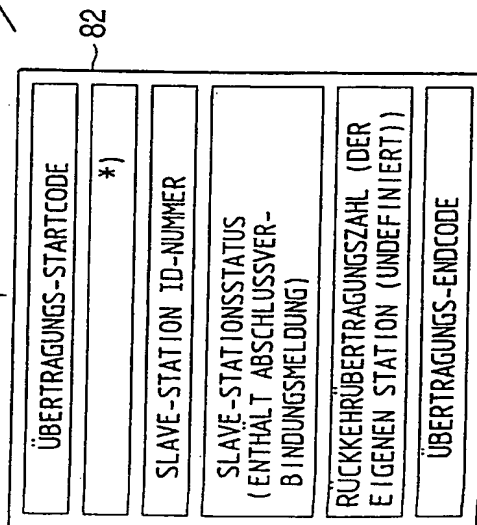
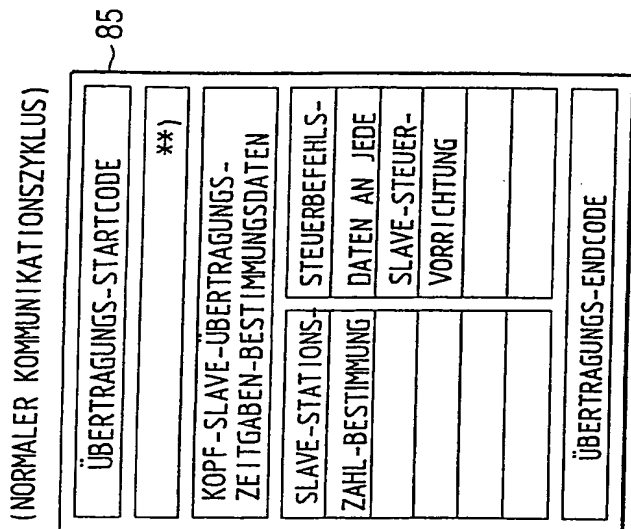
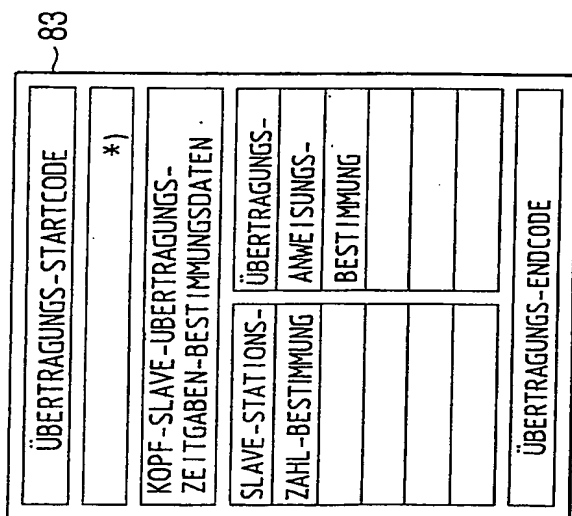
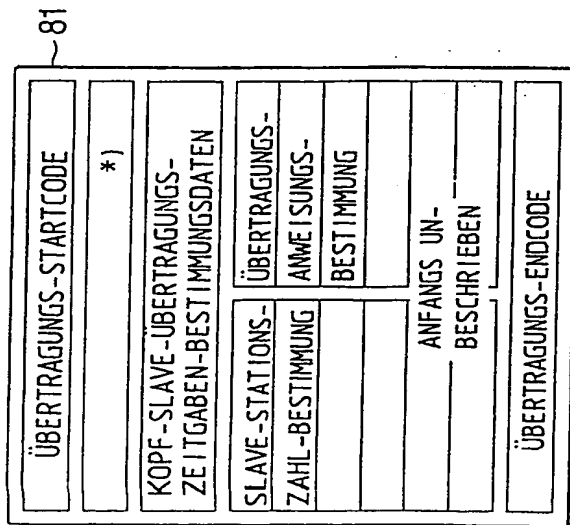


FIG. 8

(KOMMUNIKATIONS-  
INITIALISIERUNGSZYKLUS)



\*) HOCHGESCHWINDIGKEITSZYKLUS-  
INITIALISIERUNG

\*\*) HOCHGESCHWINDIGKEITSZYKLUS-  
AUSFÜHRUNG